

# DECISION SUPPORT SYSTEM FOR IN SITU MELON'S FRUIT HARVESTING TIME BASED ON FUZZY LOGIC AND SINGLE SHOT DETECTOR (SSD)

JAAFAR MOHAMMED JABBAR



COMPUTER SCIENCE  
GRADUATE SCHOOL  
IPB UNIVERSITY  
BOGOR  
2021

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## STATEMENT CONCERNING THESIS AND SOURCES OF INFORMATION AND THE EXTRAORDINARY OF COPYRIGHT

I declare that the thesis entitled “Decision Support System for In Situ Melon’s Fruit Harvesting Time Based on Fuzzy Logic and Single Shot Detector (DSS)” is my work with the guidance of the supervisory committee and has not been submitted in any form to any college. The information sources derived or quoted from published or unpublished works of other authors have been mentioned in the text and are listed in the Bibliography at the end of this thesis.

At this moment, I assign the copyright of my writing to the IPB University.

Bogor, July 2021

Jaafar Mohammed Jabbar  
G651198021

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## SUMMARY

JAAFAR MOHAMMED JABBAR. Decision Support System for In Situ Melon's Fruit Harvesting Time Based on Fuzzy Logic and Single Shot Detector (DSS). Supervised by SRI WAHJUNI and WILLY BAYUARDI SUWARNO.

Decision Support Systems (DSS) are widely used in agriculture, industry, and healthcare, due to their efficient information management and decision-making activities. Melon has a considerably large genetic variability and is widely used in scientific research such as biology and genetics. In this study, we aimed to develop a system to detect the right harvesting time for melon fruits because the quality cannot be maintained after harvesting. Hence, it would be best if the harvesting is carried out at the right time, which will not affect the fruit harvested earlier. Secondly, melon fruit harvesting is done every day and not on the same day for all fruits due to environmental factors. The harvest DSS will classify melon's categories on the plant regarding melon's skin color by the guidance of the expert. The essential sensory factor for freshness and maturity is color, as mentioned in many studies. We use the skin color to classify melon fruit while it is on the plant into three categories: Ripe, About to Ripe, and Under Ripe, using a melon image. Firstly, localizing the melon on the plant using SSD and extracting its skin color. The input of fuzzy logic is the extracted color channels means values. The extraction of color is a challenging job because some fruits blocked with plant's stem, root, or leaves, so, we divided the process of reaching the purest melon skin into several steps: detecting the melon fruit on the plant, segmenting the detected melon and removing the unwanted part from the skin, and finally, applying image normalization and calculate mean values for melon's skin color. In this study, we achieved 91-100% accuracy in classifying melon ripeness levels. All images source were captured using iPhone rear camera.

*Keywords:* fuzzy logic, HSV color space, image processing, melon harvesting, SSD-MobileNet.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



# **DECISION SUPPORT SYSTEM FOR IN SITU MELON'S FRUIT HARVESTING TIME BASED ON FUZZY LOGIC AND SINGLE SHOT DETECTOR (SSD)**

**JAAFAR MOHAMMED JABBAR**

Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the award of  
Master of Science degree in  
Computer Science

**COMPUTER SCIENCE  
GRADUATE SCHOOL  
IPB UNIVERSITY  
BOGOR  
2021**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Thesis Examiners:

Dr. Medria Kusuma Dewi Hardhienata S.Komp.



digitally signed

dsign.ipb.ac.id







### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Thesis Title : Decision Support System for In Situ Melon's Fruit Harvesting Time Based on Fuzzy Logic and Single Shot Detector (SSD)  
Name : Jaafar Mohammed Jabbar  
NIM : G651198021

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Supervised by  
Advisory Committee

Supervisor 1:  
Dr. Ir. Sri Wahjuni M.T.



Supervisor 2:  
Dr. Willy Bayuardi Suwarno S.P., M.Si.



Approved by

Head of the Study Program:  
Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si., M.Kom.  
NIP 19750130 199802 2 001



Dean of the Graduate School  
Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, MEng  
NIP 196004191985031002



Examination Date:  
(25 Jun 2021)

Graduation Date:  
( )



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## FOREWORD

I would like to thank almighty Allah because, without his permission, I would never have the ability to accomplish this thesis. I ask him to make all the research processes easy for me and make this research very beneficial and valuable for all human beings worldwide. I also express a deep appreciation to my family for their support in all of my endeavors.

Special thanks to my Supervisors, Dr. Sri Wahjuni and Dr. Willy Bayuardi Suwarno, for their advice, patience, guidance, and support. Thank you very much.

I appreciate the management of ATP Cikarawang, Mr. Sarwono, and Mr. Hendri Apriyanto in Jatiasih-Bekasi Melon farm to collect the data and provide melon information. Without your support, this feat would not be a reality.

Lastly, I would like to acknowledge the effort and contributions of all the staff at the Computer Science department, especially Dr. Mustafa. Thank you for all your support.

Bogor, July 2021

*Jaafar Mohammed Jabbar*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## TABLE OF CONTENT

LIST OF TABLES	xii
LIST OF FIGURES	xii
I INTRODUCTION	1
1.1 Background	1
1.2 Problem Statement	2
1.3 Research Goals	3
1.4 Research Benefits	3
1.5 Research Scope	3
II LITERATURE REVIEW	4
2.1 Decision Support System	4
2.2 Single Shot Detector	4
2.3 Image Segmentation Based HSV Color Space	7
2.4 Fuzzy Logic	9
III METHODS	13
3.1 Data and Area Studies	13
3.2 Equipment	13
3.3 Research Stages	13
3.4 System Development	14
IV RESULTS AND DISCUSSION	17
4.1 SSD Model Training	17
4.2 Skin Color Extraction	19
4.3 Fuzzy Logic for Classifying Melon Ripeness	20
V CONCLUSION AND SUGGESTION	29
5.1 Conclusion	29
5.2 Suggestion	29
ACKNOWLEDGMENT	29
REFERENCES	29
AUTHOR BIOGRAPHIES	33

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## LIST OF TABLES

1	SSD-Mobilenet configuration	18
2	Minimum and Maximum of RGB layers mean values	22

## LIST OF FIGURES

1	Architecture of Single Shot Multi-Box detector with the input of 300x300x3 by Liu et al. (2016)	5
2	SSD Framework. (a) GT boxes, (b) $8 \times 8$ feature maps, and (c) $4 \times 4$ feature maps by Liu <i>et al.</i> (2016)	5
3	A prediction of multi-scale convolutional for localization and confidence used for SSD in (Liu <i>et al.</i> 2016) study	5
4	an explanation for IoU (Wikipedia)	7
5	HSV Color Space representation	8
6	A simple fuzzy logic system to control room temperature by Singhala et al. (2014)	9
7	Membership functions for T (temperature) = {too-cold, cold, warm, hot, too-hot} (Source: Singhala et al. 2014)	10
8	a) Is the apple fruit used to develop a fuzzy logic system to classify apple fruit ripeness levels, and b) is the apple's image after segmentation (Source: Dadwal and Banga 2012)	11
9	Dadwal and Banga (2012) fuzzy logic system process for classifying apple fruit ripeness levels, developed by (Dadwal and Banga 2012) using <i>MATLAB</i> software. In (a) is the system structure, there are three membership functions (MFs) inputs and one output. (b) The <i>r</i> MF input, (c) is the <i>g</i> MF input, and (d) is the <i>b</i> MF input. Finally, (f) is the Defuzzification output	12
10	The process of the harvesting time Decision Support System. 1) Detect the Melon by SSD-Mobilenet, 2) extract skin color, 3) convert to BGR and prepare fuzzy logic inputs, and 4) use <i>b</i> , <i>g</i> , and <i>r</i> mean values as fuzzy logic system inputs and calculate Defuzzification output	14
11	The detection process using SSD model	15
12	The losses of Tensorflow SSD-MobileNet training	18
13	The implementation of the SSD with melon detection and testing the accuracy	19
14	The segmentation-based HSV color space for a ripe orangey melon covered partially with stem and left on the left side, and a green baby melon blocked with plant stem on the right side. The image in level (c) was extracted by taking the max mask for the detected melon	20
15	The membership functions of the inputs, (a) are the MF of red, (b) is the MF of green, and (c) is the MF of blue. Note that the (L, M, H, and vH) that MFs names are meaning (Low, Medium, High, and Very High, respectively)	21
16	The Defuzzification output membership function. The (blue, orange, and green) lines represent MFs output of Under-ripe, About to Ripe, and Ripe, respectively	22



- 17 (a) is the blue mean values, (b) is the green mean values, and (c) is the red mean values 24
- 18 A heat-map plot (a) to describe the accuracy using the same camera used in setting the reference values. The actual melon labels with their corresponding categories on the True axis and the system output on the Predicted axis 25
- 19 A heat-map plot to show the decreasing in the classification accuracy when using different image source (Intel Realsense D435 camera) 26
- 20 Shows the output on the GUI of the DSS for melon harvesting (M-HDSS) 28

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.